



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA**

HANDREI FELIPE SANTOS LIMA

**Paleontologia e Bioestratigrafia da seção Pedro Gonçalves,
Formação Cotinguiba, Bacia de Sergipe**

ORIENTADORA: Profa. Dra. Edilma de Jesus Andrade

São Cristóvão – SE

Setembro de 2018



**Paleontologia e Bioestratigrafia da seção Pedro Gonçalves,
Formação Cotinguiba, Bacia de Sergipe**

HANDREI FELIPE SANTOS LIMA

Orientadora: Profa. Dra. Edilma de Jesus Andrade

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Departamento de
Geologia da Universidade Federal de
Sergipe como requisito parcial para
obtenção do Título de Bacharel em
Geologia.

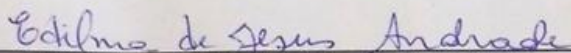
São Cristóvão – SE

HANDREI FELIPE SANTOS LIMA

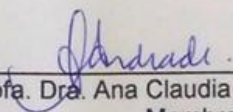
**Paleontologia e Bioestratigrafia da seção Pedro Gonçalves,
Formação Cotinguiba, Bacia de Sergipe**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para
obtenção do Título de Bacharel em geologia da Universidade Federal de
Sergipe, submetido à Banca Examinadora.

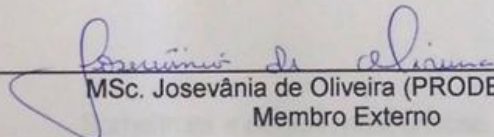
Banca Examinadora



Profa. Dra. Edilma de Jesus Andrade (UFS)
Orientadora



Profa. Dra. Ana Claudia da Silva Andrade (UFS)
Membro Interno



MSc. Josevânia de Oliveira (PRODEMA/UFS)
Membro Externo

Aprovado em 20/09/2018

Sometimes a person must choose... If a man knows what he is and remains true to himself, the choice is no choice at all.

The one true King Stannis Baratheon
G. R. R. Martin. A Dance of Dragons.

Agradecimentos

Foram cinco árduos anos, que culminaram na pessoa que sou hoje e neste trabalho, muitas pessoas contribuíram e foram essenciais nesta jornada.

Primeiramente, gostaria de agradecer minha família, especialmente minha mãe e avó, que me incentivaram e ajudaram a buscar a graduação em tempos tão difíceis à ciência do País. Agradeço também à Professora Edilma, para mim grande exemplo de magistério, que me deu a oportunidade de aprender a ciência que tanto ama, e dividiu seus conhecimentos e experiências com toda a paciência e paixão que só ela seria capaz. Também agradeço a meus colegas de turma, especialmente Emmanuel e Mateus, que dividiram comigo grande parte das alegrias e frustrações da vida acadêmica —acredito que foram mais alegrias—. Por fim, espero que todos que contribuíram direta ou indiretamente com minha trajetória tenham sido influenciados positivamente por mim, pois certamente estas pessoas foram importantes para mim.

RESUMO

A Bacia de Sergipe-Alagoas contém a mais bem exposta sucessão carbonática do Cretáceo, assim como uma das mais ricas faunas de fósseis macroinvertebrados, circunstâncias que acentuam a importância paleontológica e bioestratigráfica da bacia. Este trabalho teve como principal objetivo realizar um estudo paleontológico e bioestratigráfico dos principais grupos de macroinvertebrados na seção carbonática da localidade Pedro Gonçalves, da Formação Cotinguiba, Cretáceo Superior da Bacia de Sergipe. Neste sentido, foi realizada a descrição e análise detalhada da seção Pedro Gonçalves 6 (PG06) do intervalo Turoniano. A seção estudada é composta de uma rica fauna de moluscos (amonoides e bivalvíos), equinoides e icnofósseis, distribuídos em uma sucessão carbonática constituída da intercalação de calcilutitos e margas. Foram analisados 25 exemplares de moluscos, destes, 17 foram de amonoides e oito de bivalvíos inoceramídeos. Como resultados, foram identificadas nove espécies de amonoides: *Pachydesmoceras denisonianum*, *Benueites* sp., *Kamerunoceras turoniense*, *Kamerunoceras* sp., *Parammamites polymorphus*, *Romaniceras* (*Romaniceras*) cf. *deverianum*, *Neoptychites cephalotus*, *Coilopoceras inflatum*, *Coilopoceras springeri*; três espécies de inoceramídeos: *Mytiloides subhercynicus*, *Mytiloides hercynicus* e *Mytiloides* spp. A identificação dos fósseis guias possibilitou o posicionamento da seção Pedro Gonçalves 6 no Turoniano médio e a correlação bioestratigráfica com zonas de diversas regiões. Com base na interpretação bioestratigráfica realizada, foi proposta a zona de assembleia *Romaniceras* sp. e correlacionada à zona de assembleia *Mammmites nodosoides* e à zona de intervalo *Watinoceras* spp. do Turoniano médio de Sergipe.

PALAVRAS CHAVE: Paleontologia, Amonoides, Turoniano, Sergipe.

ABSTRACT

The Sergipe-Alagoas Basin possess the most extensively exposed Cretaceous carbonatic succession, it also contains one of the richest macroinvertebrates fossil fauna of all Brazilian marginal basins, these aspects enhance the importance of this basin to the paleontology and biostratigraphy. The aim of this study was to perform a paleontological and biostratigraphic survey about the main groups of macroinvertebrates in the Pedro Gonçalves locality of Cotinguiba Formation, from the Superior Cretaceous of the Sergipe Basin. For this purpose, it has been conducted a detailed analysis of the Pedro Gonçalves 6 (PG06) section from the Turonian interval. This section contains a rich fauna of molluscs (ammonites and bivalves), echinoids and ichnofossils distributed along the 20 meters carbonate succession, lithologically the section is characterized by an intercalation of mudstones and marls. Twenty-five specimens were analysed: seventeen ammonites and eight inoceramids. This work resulted in the identification of nine species of ammonites: *Pachydesmoceras denisonianum*, *Benueites* sp., *Kamerunoceras turoniense*, *Kamerunoceras* sp., *Parammamites polymorphus*, *Romaniceras* (*Romaniceras*) cf. *deverianum*, *Neoptychites cephalotus*, *Coilopoceras inflatum*, *Coilopoceras springeri*; and three species of inoceramids: *Mytiloides subhercynicus*, *Mytiloides hercynicus* e *Mytiloides* spp. The identification of the index fossils allowed the dating of the Pedro Gonçalves 6 section to the Middle Turonian and to correlate it with others biostratigraphic zones around the world. Based in the biostratigraphic interpretation was proposed a *Romaniceras* sp. assemblage zone and the correlation to the *Mammmites nodosoides* assemblage zone and the *Watinoceras* spp. interval zone from the Middle Turonian of Sergipe.

KEY WORDS: Paleontology, Turonian, Ammonites, Sergipe.

Lista de Figuras

Figura 1: Mapa de localização das bacias sedimentares marginais do nordeste do Brasil. Em destaque a Bacia de Sergipe-Alagoas (modificada de Bengtson, 1983)	13
Figura 2: Arcabouço estrutural da Sub-bacia de Sergipe (modificada de KOUTSOUKOS et al., 1993).	14
Figura 3: Localização da porção onshore da Bacia de Sergipe-Alagoas (modificada de BENGTON, 1983).	15
Figura 4: Esboço estratigráfico da sequência marinha cretácica, com as formações Riachuelo e Cotinguiba, Sub-bacia de Sergipe (modificada de SOUZA-LIMA et al., 2002; CAMPOS NETO et al., 2007).	16
Figura 5: Localização da área de estudo e em destaque a localidade Pedro Gonçalves 06.	20
Figura 6: Principais feições taxonômicas e medidas realizadas em conchas de amonoides (Modificada de Wilmsen & Nagm, 2014).	22
Figura 7: Vista da entrada principal para seção Pedro Gonçalves 6 (PG06). ..	23
Figura 8: Perfil litoestratigráfico da seção Pedro Gonçalves 6 (PG06); A. Brecha carbonática do pacote superior da seção. B. Calcário nodular do pacote intermediário. C. Vista da frente principal da seção PG06.	25
Figura 9: Vista em detalhe da intercalação de calcilutito e margas (pacote inferior) da seção PG06.	26
Figura 10: Vista da brecha carbonática (pacote superior da seção Pedro Gonçalves 6).	26
Figura 11: Estampa 1	51
Figura 12: Estampa 2	53
Figura 13: Estampa 3	55
Figura 14: Estampa 4	57
Figura 15: Estampa 5	59

Lista de quadros

Quadro 1: Comparação entre zoneamentos do intervalo Turoniano de Sergipe e de outras regiões.	18
Quadro 2: Correlação entre os zoneamentos do Turoniano de Sergipe e proposta de redefinição da Zona Romaniceras sp.	40

Lista de tabelas

Tabela 1: Medidas dos exemplares de Kamerunoceras turoniense.....	30
Tabela 2: Medidas dos exemplares de Romaniceras (Romaniceras) cf. deverianum.....	33
Tabela 3: Medidas dos exemplares de Coilopoceras springeri.	36

Sumário

1. Introdução	11
2. Objetivos	12
2.1. Objetivos específicos	12
3. Revisão de Literatura	13
3.1. Bacia de Sergipe-Alagoas	13
3.2. Formação Cotinguiba.....	16
3.3. Paleontologia e Bioestratigrafia da Formação Cotinguiba	17
4. Material e Métodos	20
4.1. Área de estudo	20
4.2. Material de estudo	21
4.2.1. Terminologia	21
5. Resultados	23
5.1. Litoestratigrafia	23
5.2. Paleontologia Sistemática.....	27
5.3. Interpretação bioestratigráfica	39
6. Considerações Finais	42
Referências bibliográficas	43
Estampas	49

1. INTRODUÇÃO

O estudo detalhado das unidades cretáceas expostas nas bacias sedimentares marginais brasileiras é fator explicitamente necessário para a compreensão da história tectônica da ruptura das Placas Africana-Sul Americana, e conseqüentemente a formação do Oceano Atlântico Sul.

Dentre as bacias marginais, a Bacia de Sergipe-Alagoas contém a mais bem exposta sucessão carbonática mesozoica, além disso, apresenta uma das mais ricas faunas de fósseis macroinvertebrados, motivos que acentuam sua importância para o desenvolvimento do conhecimento paleontológico e bioestratigráfico acerca do Cretáceo marinho.

Embora os amonoides e inoceramídeos da Formação Cotinguiba (Cretáceo Superior) tenham atraído crescente atenção de pesquisadores ao longo das últimas décadas, o estudo deste conteúdo fossilífero em algumas seções ainda é escasso e questões chave para a compreensão bioestratigráfica desta formação, assim como, para o contexto de formação do Oceano Atlântico Sul e conseqüentemente da sua vida marinha ainda precisam de mais esclarecimentos.

Neste trabalho foram analisados fósseis de moluscos amonoides e bivalvíos inoceramídeos ao longo da seção Pedro Gonçalves 6 (Formação Cotinguiba), com fim de produzir descrições sistemáticas detalhadas para identificá-los e, com isso, produzir correlações bioestratigráficas para o intervalo Turoniano com o zoneamento padrão (GSSP) e de outras bacias.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Este trabalho teve como principal objetivo realizar um estudo paleontológico e bioestratigráfico dos principais grupos de macroinvertebrados na seção carbonática da localidade Pedro Gonçalves 6, da Formação Cotinguiba, Cretáceo Superior da Bacia de Sergipe.

2.2. Objetivos específicos

- Identificar e descrever sistematicamente os moluscos amonoides e bivalvíos inoceramídeos da seção Pedro Gonçalves 6.
- Utilizar os principais fósseis guias (amonoides e inoceramídeos) como base para um zoneamento bioestratigráfico da seção.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Bacia de Sergipe-Alagoas

Durante a abertura do oceano Atlântico Sul no final do Jurássico e início do Cretáceo foram formadas diversas bacias sedimentares ao longo da costa brasileira, dentre elas a Bacia de Sergipe-Alagoas. A Sub-bacia de Sergipe é a porção a sul da Bacia Sergipe-Alagoas no nordeste do Brasil (Figura 1). A Sub-bacia limita-se ao norte pelo lineamento Pernambuco, que a separa da Bacia de Pernambuco-Paraíba, e ao sul, pela falha de Itapuã que a separa da Bacia de Camamu (SOUZA-LIMA *et al.*, 2002).

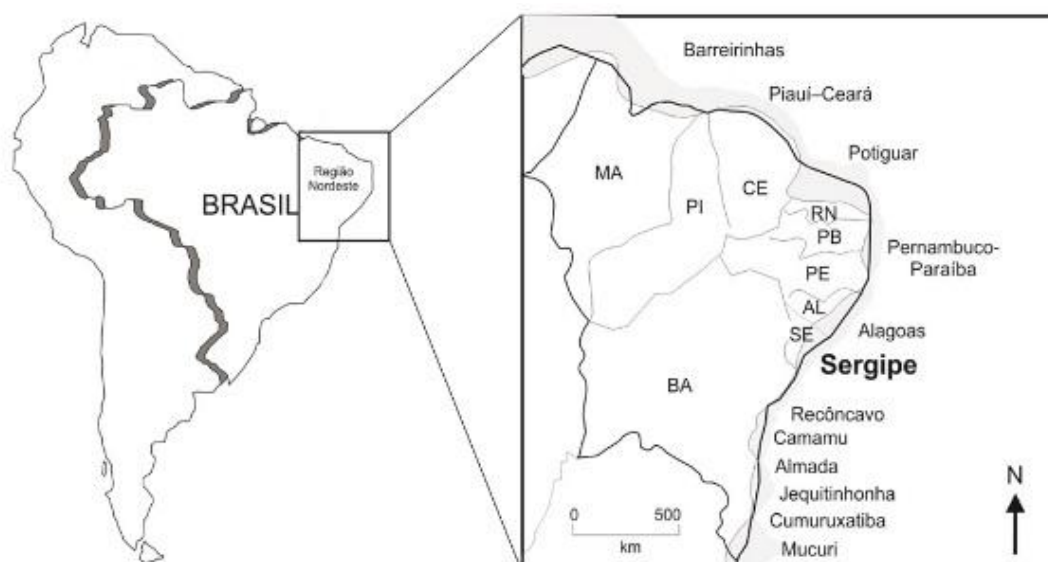


Figura 1: Mapa de localização das bacias sedimentares marginais do nordeste do Brasil. Em destaque a Bacia de Sergipe-Alagoas (modificada de Bengtson, 1983)

Estruturalmente, a bacia consiste em um meio-graben com mergulho regional em torno de 10-15° para sudeste, resultado do padrão de falhamentos normais de direção NE-SW (Figura 2).

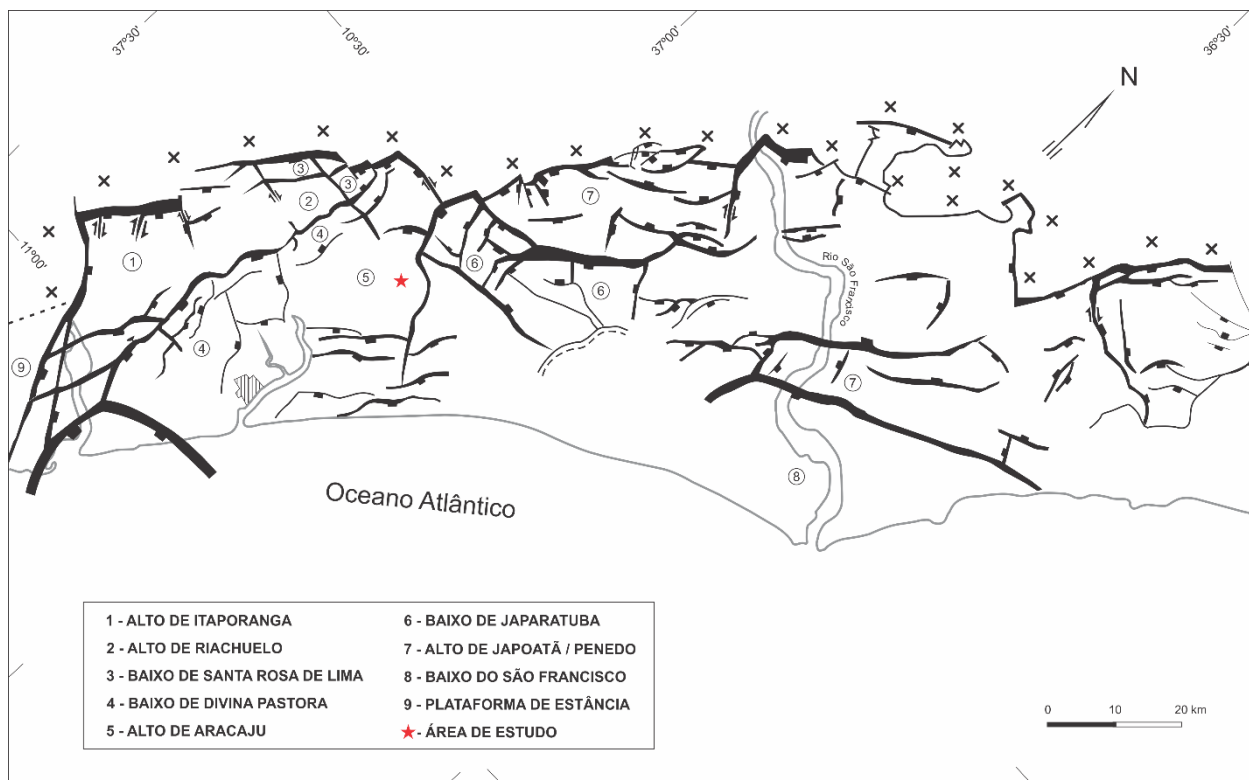


Figura 2: Arcabouço estrutural da Sub-bacia de Sergipe (modificada de KOUTSOUKOS et al., 1993).

A configuração paleogeográfica da Sub-bacia de Sergipe é consequência direta da forte atividade tectônica que afetou a área desde o começo do rifteamento entre as placas africana e sul-americana. Por esse motivo, a configuração de meio graben desenvolvida pelas falhas extensionais, como a subsidência distinta e as estruturas associadas a regimes tectônicos distensivos controlaram fortemente a sedimentação carbonática e siliciclástica (KOUTSOUKOS & BENGSTON, 1993).

No geral, as bacias marginais de ambos os lados do Oceano Atlântico Sul compartilham um histórico geológico que compreende quatro principais fases tectono-sedimentares (OJEDA & FUGIDA, 1976; KOUTSOUKOS *et al.*, 1993): pré-rifte, rifte, transicional (evaporítico proto-marinho) e Drifte (fase marinha) (Figura 3). Campos neto *et al.* (2007) dividiram a sucessão da Bacia de Sergipe-Alagoas em cinco supersequências, sendo as quatro últimas, relacionadas ao processo de rifteamento do supercontinente Gondwana e formação do oceano Atlântico Sul. A Supersequência Drifte compreende dois intervalos, um basal transgressivo e outro superior regressivo. O primeiro intervalo, de idade albiana-santoniana, é constituído por sedimentação

predominantemente carbonática das formações Riachuelo e Cotinguiba. O intervalo regressivo registra um sistema deposicional predominantemente clástico, constituído pelos arenitos da Formação Marituba, carbonatos da Formação Mosqueiro e folhelhos com arenitos turbidíticos da Formação Calumbi, que se desenvolve desde o Santoniano até o presente (CAMPOS NETO et al., 2007).

A sequência carbonática marinha que engloba o intervalo Aptiano superior até o Coniaciano médio e pode ser dividida de acordo com os dois principais sistemas deposicionais dominantes (KOUTSOUKOS & BENGTON, 1993) (Figuras 3 e 4):

(1) Um sistema plataformar carbonático-siliciclástico, correspondente a Formação Riachuelo, com espessura média de 500 m e pode atingir mais de 1700 m em alguns locais.

(2) Uma rampa carbonática formada em ambiente transgressivo que corresponde à Formação Cotinguiba.

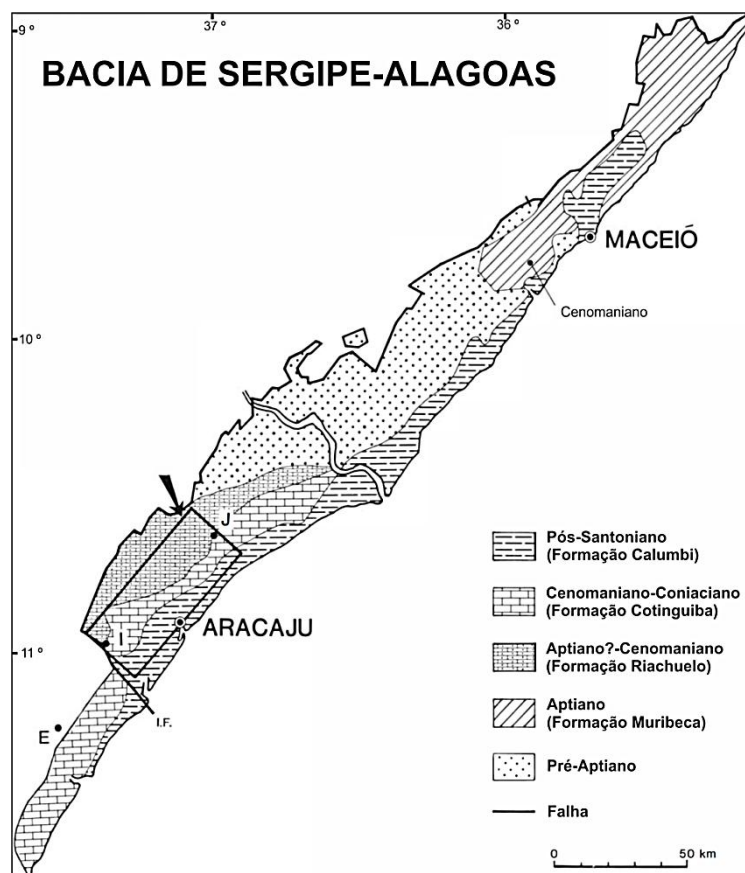


Figura 3: Localização da porção *onshore* da Bacia de Sergipe-Alagoas (modificada de BENGTON, 1983).

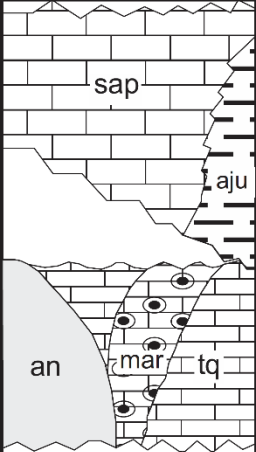
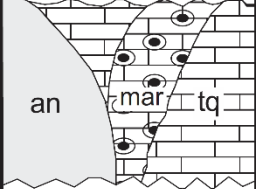
Idade	Fm.	Membro	Litologia	Ambiente
Coniaciano	Cotinguiba	Sapucari		Talude
Turoniano				
Cenomaniano		Aracaju		Profundo
Albiano	Riachuelo	Maruim		Leques aluvio-deltáicos/ Plataforma/ Talude
Aptiano		Taquari Angico		

Figura 4: Esboço estratigráfico da sequência marinha cretácica, com as formações Riachuelo e Cotinguiba, Sub-bacia de Sergipe (modificada de SOUZA-LIMA *et al.*, 2002; CAMPOS NETO *et al.*, 2007).

3.2. Formação Cotinguiba

A Formação Cotinguiba é constituída pelos membros Sapucari e Aracaju, depositada em ambientes de talude e bacia oceânica do intervalo Cenomaniano-Eoconiaciano, é caracterizada por sedimentação carbonática com interestratificações clásticas (FEIJÓ, 1994).

Koutsoukos (1989) caracterizou a gênese e a deposição da rampa carbonática da Formação Cotinguiba através de um grande evento transgressivo, cujo ápice foi no Eoturoniano. Este evento causou o afogamento do sistema plataformar da Formação Riachuelo. A deposição prosseguiu até o mesoconiaciano, alcançando possivelmente o Santoniano no depocentro da bacia. O Membro Sapucari é caracterizado por calcilutitos maciços e brechoides e está localizada na porção mais proximal da rampa, enquanto no Membro Aracaju ocorrem folhelhos, margas e calcilutitos depositados no talude e bacia oceânica (CAMPOS NETO *et al.*, 1993).

3.3. Paleontologia e Bioestratigrafia da Formação Cotinguiba

O primeiro estudo geológico e paleontológico do Cretáceo marinho nas bacias brasileiras foi realizado em Hartt (1870), “Geology and Physical Geography of Brazil”, que trazia também as primeiras descrições de faunas de amonoides em Sergipe.

White (1887) realizou um estudo pioneiro e abrangente onde descreveu faunas de amonoides, bivalves, gastrópodes e equinoides, trabalho que embasou a compreensão sobre as faunas cretácicas brasileiras. Baseado em White (1887), Maury (1930) incluiu um quadro de correlação estratigráfica para o Cretáceo marinho de Sergipe. Maury (1936) realizou revisões taxonômicas do material estudado por White (1887).

Nas décadas seguintes houve o adensamento dos estudos paleontológicos e estratigráficos, como resultado da criação do Conselho Nacional do Petróleo (CNP) e Petrobrás, com o objetivo da prospecção e exploração de óleo (BENGTON, 1983).

Magalhães (1952, 1953) descreveu os primeiros coeloceras de Sergipe, coletados na localidade Japarutuba por geólogos do CNP. O gênero *Mammites* foi registrado pela primeira vez por Oliveira (1958). K. Beurlen (1961, 1968) discutiu a paleogeografia da Bacia de Sergipe e registrou novas ocorrências de fósseis de idade turoniana, como os amonoides *Kamerunoceras* e *Pseudotissotia*, assim como, estabeleceu quatro zonas bioestratigráficas para os intervalos Aptiano e Albiano.

Reyment (1965) mencionou as similaridades faunísticas entre as bacias da porção oeste da África e América do Sul, reportando pela primeira vez no Brasil, a ocorrência da espécie *Benueites benueensis* em Sergipe. G. Beurlen (1967, 1968, 1970) discutiu o zoneamento de amonoides para o Cenomaniano Superior-Coniaciano e descreveu novos gêneros e espécies de Sergipe. Reyment & Tait (1972) foram os primeiros a reconhecer uma assembleia de idade cenomaniense e propuseram uma subdivisão para o intervalo Turoniano inferior, que Bengtson (1979) utilizou para propor um zoneamento informal para o intervalo Cenomaniano-Coniaciano, baseado em amonoides.

Bengtson (1983) realizou um dos mais importantes e abrangentes estudos sobre a Formação Cotinguiba. Como resultado, ele produziu

informações essenciais para o desenvolvimento de trabalhos bioestratigráficos na Bacia de Sergipe.

Hessel (1988) produziu um estudo detalhado sobre inoceramídeos de uma seção do Turoniano inferior. A autora ergueu um novo gênero (*Rhyssomytiloides*) com três novas espécies e descreveu uma nova espécie, *Sergipia hartti*.

Koutsoukos & Bengtson (1993) propuseram um esquema de bioestratigrafia integrada para o Aptiano superior–Maastrichtiano de Sergipe baseado na análise de amonoides e foraminíferos.

Seeling (1999) descreveu seis espécies de inoceramídeos do limite entre os intervalos Cenomaniano-Turoniano de Sergipe. Andrade *et al.*, (2003) apresentou uma tentativa de biozoneamento baseado em inoceramídeos para o intervalo Cenomaniano-Coniaciano.

Andrade (2005) realizou o refinamento bioestratigráfico do intervalo Turoniano de Sergipe, fundamentado no estudo de Inoceramídeos e amonoides e da correlação bioestratigráfica baseada com foraminíferos e nanofósseis calcários, previamente estabelecidos em Sergipe. Além disso, neste trabalho, foi apresentada uma correlação com os zoneamentos da Europa, Tunísia e Estados Unidos.

Recentemente, Bengtson *et al.* (2018) atualizaram o zoneamento de amonoides com 22 biozonas do Aptiano ao Campaniano de Sergipe e sugeriram que o zoneamento sergipano, em conjunto ao de outras regiões, possibilitaria um zoneamento de amonoides comum para as regiões norte do Atlântico Sul.

A partir dos estudos de Andrade (2005) e Bengtson *et al.* (2018) é possível apresentar a compilação (quadro 1) dos zoneamentos bioestratigráficos para o intervalo Turoniano de Sergipe, com base em inoceramídeos e amonoides, e correlações de zoneamento de amonoides de diversas regiões (Bengtson *et al.*, 1996; Kassab & Obaidalla, 2001; Robaszynsky *et al.*, 1993; Abdallah *et al.*, 1995; Wright & Kennedy, 1981).

Quadro 1. Zoneamentos de inoceramídeos e amonoides do intervalo Turoniano de Sergipe e de outras regiões.

Estágio	Trabalho	Inoceramídeos Sergipe Andrade (2005)	Amonoides Sergipe Bengtson <i>et al.</i> (2018)	Pueblo (GSSP) Bengtson <i>et al.</i> (1996)	Egito Kassab & Obaidalla (2001)	Tunísia Robaszynski <i>et al.</i> (1993) e Abdallah <i>et al.</i> (1995)	Europa Wright & Kennedy (1981)
Turoniano	Superior	<i>Cremnoceramus w. waltersdorfensis</i>	<i>Solgerites armatus</i>				
		<i>Mytiloides scupini</i>	<i>Barroisiceras onilahyense</i>				
		<i>Mytiloides incertus</i>	<i>Prionocyclus germari</i>				
		<i>M. striatoconcentricus</i>	<i>Subprionocyclus</i>				
	Médio	-----			<i>Coilopoceras requianum</i>		<i>Romaniceras deverianum</i>
		----- <i>Mytiloides hercynicus</i>		<i>Collignoniceras woolgari</i>	<i>Choffaticeras segne</i>		<i>Collignoniceras wollgari</i>
		<i>Mytiloides subhercynicus</i>	<i>Mammites nodosoides</i>	<i>Mammites nodosoides</i>	<i>Choffaticeras segne</i>	<i>Mammites nodosoides</i>	<i>Mammites nodosoides</i>
		<i>Mytiloides labiatus</i>		<i>Vascoceras birchbyi</i>			
	Inferior	<i>Mytiloides kossmati- M.mytiloides</i>	<i>Watinoceras amudariense</i>	<i>Pseudaspidoceras flexuosum</i>	<i>Vascoceras proprium/ Vascoceras obesum</i>	<i>Pseudaspidoceras flexuosum</i>	<i>Watinoceras coloradoense</i>
			<i>Pseudotissotia nigerienses</i>				
		<i>Mytiloides puebloensis</i>	<i>Vascoceras harttii</i>	<i>Watinoceras devonense</i>			

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Área de estudo

A área de estudo compreende a seção carbonática Pedro Gonçalves 6 (PG06). Esta faz parte de uma pedreira ativa com aproximadamente 20 m de altura e 100 m de largura. A seção estudada localiza-se no município General Maynard, microrregião do Baixo Cotinguiba (leste do estado de Sergipe), a uma distância de 45 km da capital Aracaju (Figuras 5 e 6). A localidade Pedro Gonçalves 6 (Figura 5) está inserida na Folha Japarutuba (SC.24-Z-B-V) e possui as seguintes coordenadas UTM (zona 24S): 8.816.187 N e 720.895 E. As coordenadas foram retiradas em projeção UTM, no *Datum* WGS-84.

Kcsp: Calcário creme Laranjeiras com abundância de bivalves e icnofósseis no topo.

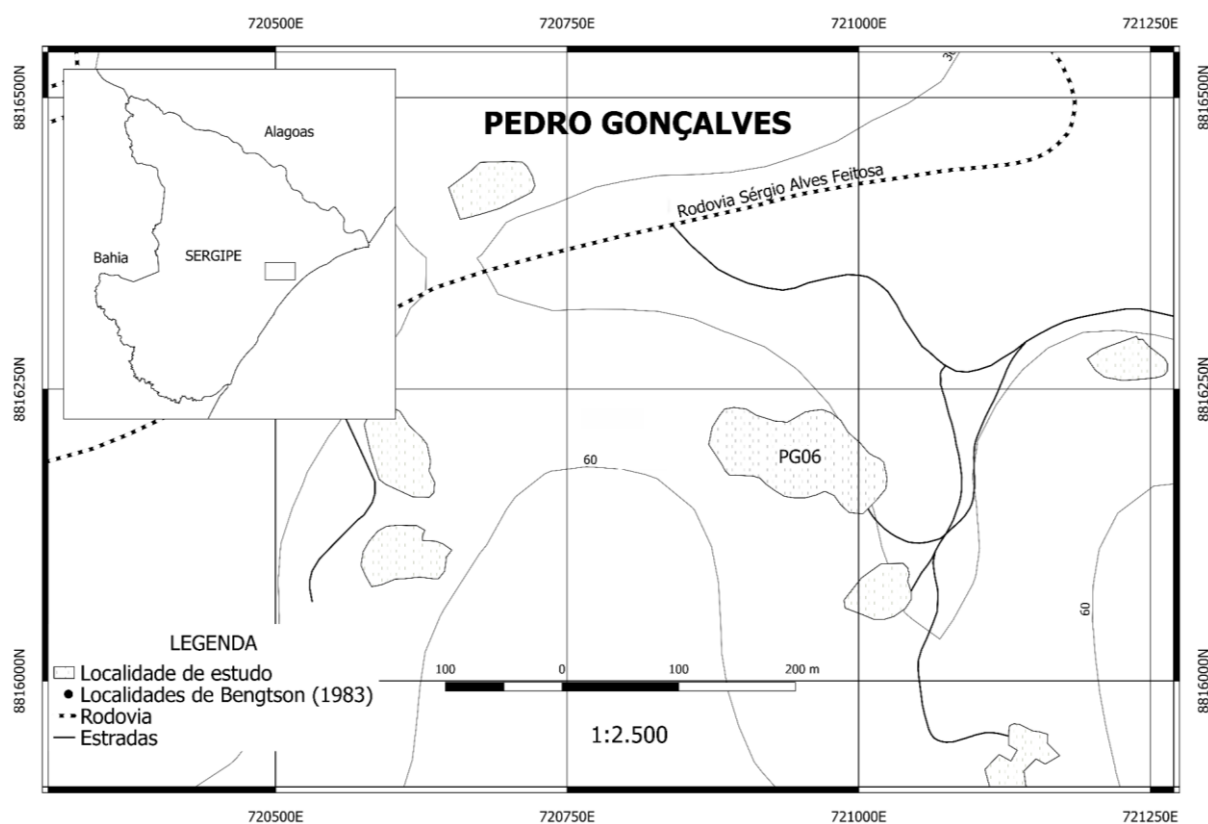


Figura 5: Localização da área de estudo e em destaque a localidade Pedro Gonçalves 06 (PG06).

4.2. Material de estudo

Foram estudados 25 exemplares fósseis, constituídos por 17 amonoides e oito bivalvíos inoceramídeos, provenientes da seção Pedro Gonçalves 6 (PG06).

Após as coletas, iniciou-se a etapa de preparação dos exemplares. Para este fim, fez-se necessário o uso de ferramentas como martelos, talhadeiras, pinceis, agulhas, paquímetro, brocas entre outros. A maioria dos exemplares estudados encontram-se preservados em molde interno, com apenas um preservado em molde externo. Após a preparação, houve a identificação e a descrição sistemática dos exemplares. Utilizou-se, até o nível de gênero, a nomenclatura de Wright *et al.* (1996), enquanto para a taxonomia específica foram necessárias várias bibliografias especializadas destacando-se Cooper (1978), Kennedy & Wright (1979), Kennedy *et al.* (1980) e Cobban & Hook (1980), dentre outros.

Por fim, realizaram-se interpretações bioestratigráficas dos depósitos da localidade Pedro Gonçalves 6, Formação Cotinguiba, a partir da identificação de fósseis guias da seção.

Os fósseis estão depositados no Laboratório de Mineralogia e Paleontologia do Departamento de Geologia da Universidade Federal de Sergipe.

4.2.1. Terminologia

Segue abaixo a terminologia utilizada nas medidas dos exemplares (Figura 6). Todas as medidas foram representadas em milímetros.

D = Diâmetro total da concha;

LV = Largura da volta;

CV = Comprimento da volta;

U = Umbílico;

* = Medida inferida devido ao estado de preservação do exemplar;

- = Medida não realizada.

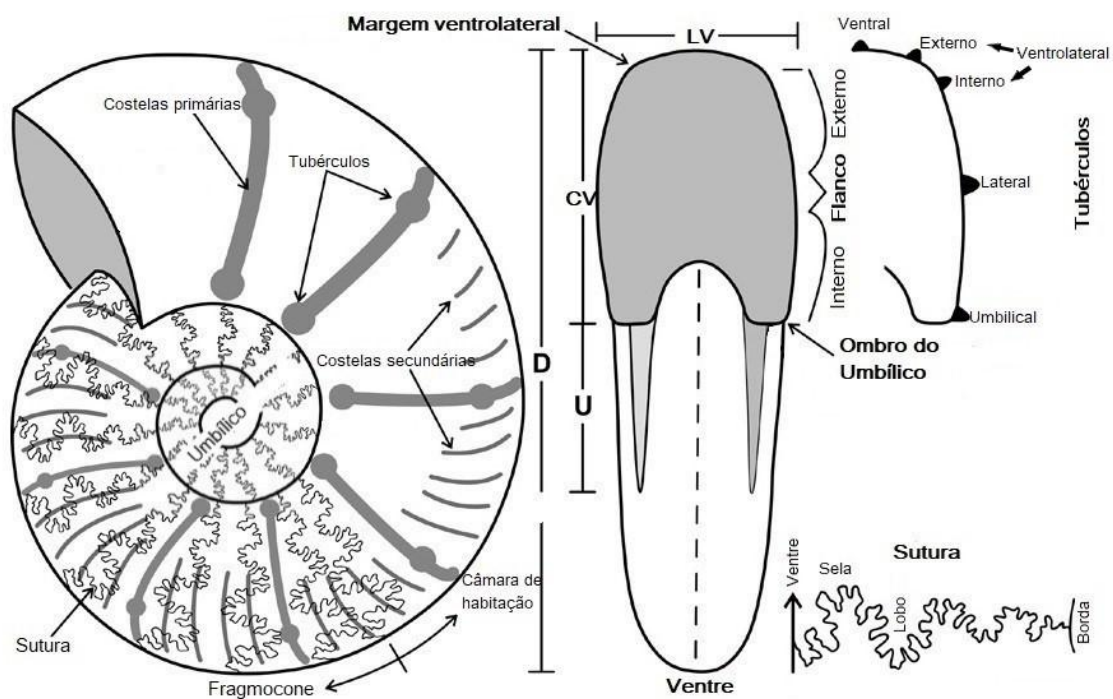


Figura 6: Principais feições taxonômicas e medidas realizadas em conchas de amonoides (Modificada de Wilmsen & Nagm, 2014).

5. RESULTADOS

5.1. Litoestratigrafia

A seção Pedro Gonçalves 6 (PG06) faz parte de uma pedreira ativa para exploração de calcário, com face de lavra voltada para NE. Possui aproximadamente 100 m de largura com 20 m de altura na parede mais alta (Figura 7).



Figura 7: Vista da entrada principal para a seção Pedro Gonçalves 6 (PG06).

O perfil litoestratigráfico da seção PG06 apresenta um pacote sedimentar com espessura aproximada de 20 m (Figura 8). A análise detalhada da seção permitiu a subdivisão da seção em três pacotes, de acordo com mudanças nas características litológicas, texturais e paleontológicas observadas.

O pacote inferior ocorre entre a base do perfil e aproximadamente 9,5 m de altura (Figura 8A). É constituído por uma alternância de camadas de calcilutitos com espessura de aproximadamente 8 cm e margas com cerca de 3 cm (Figura 9). Ao longo desta porção, é observada superfícies de *Hardground* marcadas por bioturbação, a fauna é predominantemente composta de moluscos amonoides, equinoides e raros bivalvíos inoceramídeos. As camadas estão levemente basculhadas para sul em cerca de 13°. A sucessão de carbonatos torna-se mais irregular e bioturbado a medida que gradualmente migra para o topo, .

Entre 9,5 e 17,5 m, localiza-se o pacote intermediário, onde pode-se observar um calcário nodular, bastante irregular e com abundância de bioturbações (Figura 8B). A fauna predominante consiste de macrofósseis moluscos bivalves não inoceramídeos, equinoides e gastrópodes.

Por fim, o pacote superior é marcado por uma mudança abrupta do calcário irregular/nodular da parte intermediária para uma brecha carbonática suportada pela matriz, rico em macrofósseis de moluscos bivalvíos, gastrópodes e equinoides, além da comum presença de bioturbações (Figura 8C). No topo deste pacote, ocorrem bancos de ostreídeos extremamente bioerodidos (Figura 11).

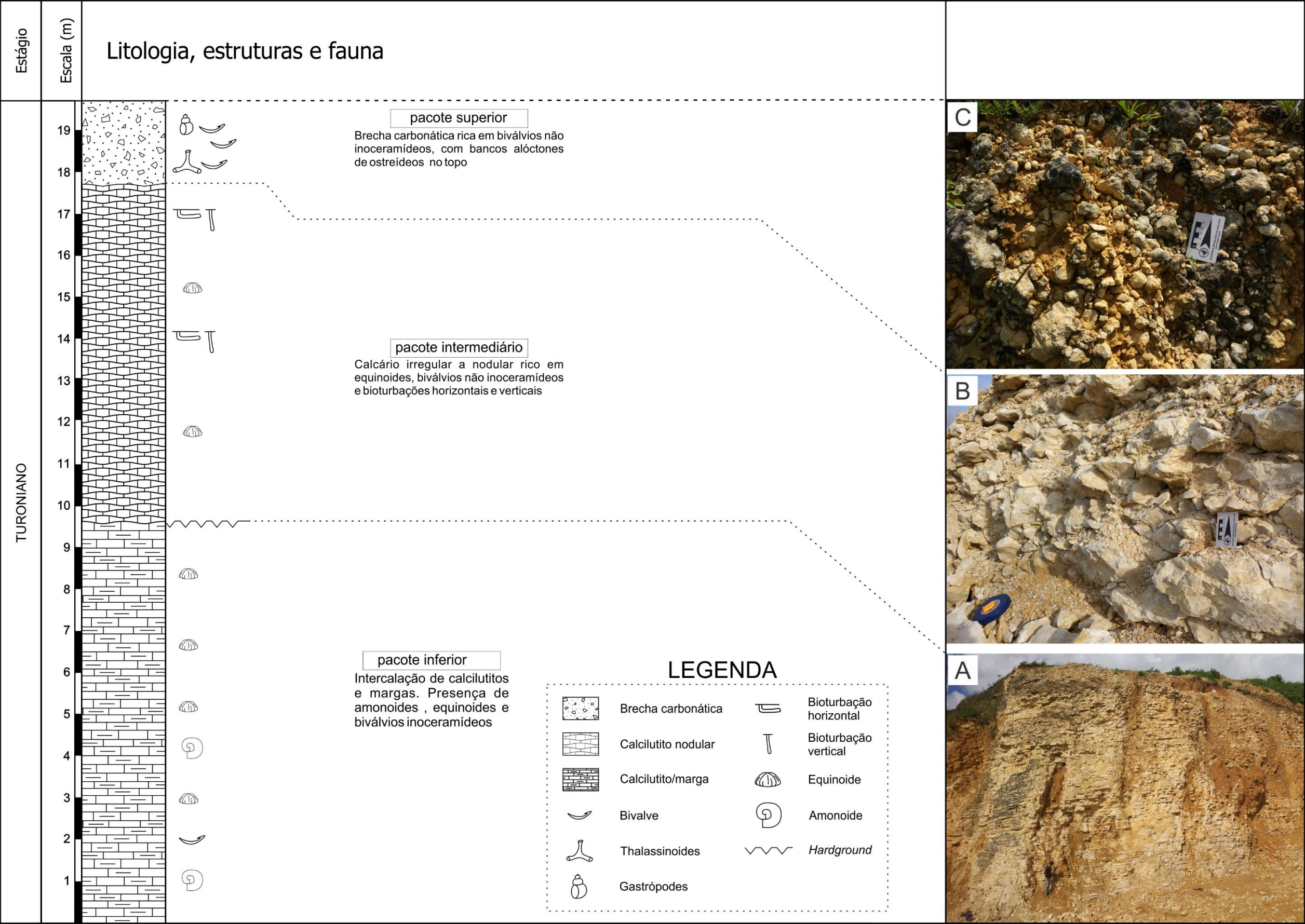


Figura 8: Perfil litoestratigráfico da seção Pedro Gonçalves 6 (PG06); A. Vista da frente principal da seção PG06. B. Calcário nodular do pacote intermediário. C. Brecha carbonática do pacote superior da seção.



Figura 9: Vista em detalhe da intercalação de calcilutito e margá (pacote inferior) da seção PG06.



Figura 10: Vista em detalhe de um banco de oolite no pacote superior da seção PG06.

5.2. Paleontologia Sistemática

Foram descritas e identificadas 12 espécies, com nove espécies de amonoides e três de bivalvíos inoceramídeos.

Filo MOLLUSCA Linnaeus, 1758
Classe CEPHALOPODA Cuvier, 1797
Subclasse AMMONOIDEA Zittel, 1884
Superfamília DESMOCERATACEAE Zittel, 1895
Família DESMOCERATIDAE Zittel, 1895
Subfamília PUZOSIINAE Spath, 1922
Gênero *Pachydesmoceras* Spath, 1922

Pachydesmoceras denisonianum Stoliczka, 1865

Est. 1, Fig. 1

Material

Dois exemplares adultos preservados na forma de molde interno, um exemplar (PG06-130), o qual está quase totalmente preservado, exceto a porção mais recente da volta (Est. 1, Fig. 1), e outro (PG06-137) com apenas uma porção ventral da volta preservada.

Descrição

Os exemplares apresentam tamanho grande a médio, PG06-130 possui diâmetro total de 258 mm, altura da volta de 117 mm e largura da volta de 86 mm. Já o exemplar PG06-137 é incompleto e apresenta apenas um fragmento do fragmocone o que impossibilitou as medidas. A concha é caracterizada por involução moderada e baixa taxa de expansão ao longo da volta, o umbílico é grande. A volta tem forma fortemente oval e o ombro do umbílico é subarredondado, a ornamentação consiste de costelas protuberantes, de forma subarredondada. No estágio inicial de crescimento as costelas se apresentam suaves, com intercalações irregulares (ora atravessando toda a concha até a parede do umbílico, ora cessam no flanco interno), espaçamento menor e a curvatura inicia-se no flanco interno. A partir do estágio intermediário, as costelas apresentam alternância regular (uma

costela completa seguida pela incompleta até o flanco interno), tornam-se protuberantes e mais grossas, aumentando também o espaçamento e adquirem suave inflexão no flanco externo, propriedade que confere projeção côncava às costelas e a curvatura típica do táxon.

Discussão

O gênero *Pachydesmoceras* é cosmopolita e possui amplo alcance estratigráfico nos depósitos cretáceos de várias regiões do mundo. Spath (1922) estabeleceu o gênero na subfamília Puzosiinae e designou como espécie tipo o exemplar ilustrado em Kossmat (1898) como *Desmoceras* (*Puzosia*) *denisonianum* Stoliczka, 1865. A ornamentação e forma características tornam essa espécie facilmente identificáveis, embora possa ser confundida com algumas espécies do gênero *Puzosia*, principalmente nos estágios juvenis, porém, tem sua diferenciação dada pelas longas costelas que cruzam toda a volta e chegam a atravessar o ombro do umbílico nos estágios de maior crescimento. Na Bacia de Sergipe, o gênero *Pachydesmoceras* ocorre em amplo alcance estratigráfico dentro do Turoniano e foi registrado nos trabalhos de Bengtson (1983), Hessel (1988), Gale *et al.* (2005), Andrade (2005) dentre outros.

Superfamília ACANTHOCERATACEAE de Groussouvre, 1894

Família ACANTHOCERATIDAE de Groussouvre, 1894

Subfamília ACANTHOCERATINAE

Gênero *Benueites* Reyment, 1954

Benueites sp.

Material

Um exemplar incompleto (PG06-138), preservado em molde externo.

Descrição

Um exemplar evolutivo, de tamanho pequeno, é caracterizado por finas e densas costelas sigmoidais sem tubérculos até a porção ventrolateral externa do flanco preservado.

Discussão

O gênero *Benueites* é cosmopolita e ocorre no Turoniano. O exemplar analisado foi comparado à espécie *B. reymont* Collignon, 1967 descrita por Kennedy (2018), do Turoniano inferior da região de Tolima, Colômbia, esta apresenta morfologia da volta moderadamente involuta, embora a ornamentação seja bastante similar. Também foi comparado ao *B. benueensis* Reymont, 1954 e pelo exemplar RT26.341 ilustrado por Andrade (2005), porém, devido à ausência da margem ventral e por ser representado por um único espécime, foi posicionado em nomenclatura aberta.

Subfamília EUOMPHALOCERATINAE Cooper, 1978

Gênero *Kamerunoceras* Reymont, 1954

Kamerunoceras turoniense (d'Orbigny, 1850)

Est. 1, Fig. 2-4; Est. 2 Fig. 1-5

Material

Seis moldes internos incompletos (PG06-85, PG06-86, PG06-113, PG-139, PG06-237 e PG06-238).

Descrição

Exemplares evolutos, de tamanho médio (tabela 1). A seção da volta apresenta-se retangular a oval, pouco comprimida, ocasionalmente notam-se suaves constrictões. A ornamentação consiste em quatorze costelas, das quais quatro não atravessam o flanco em direção ao umbílico. Com relação à forma geral da ornamentação, os tubérculos são predominantes às costelas, com formas longas, estreitas, distantes e espaçadas entre si, de forma plana. As costelas mais curtas começam do tubérculo lateral e atravessam de forma moderadamente suave a porção ventral, as costelas completas são marcadas por fileiras de sete tubérculos. Os tubérculos umbilicais são mais clavados em relação aos outros, enquanto os ventrais apresentam-se mais arredondados; em algumas costelas os tubérculos umbilicais são fracos ou completamente ausentes, em duas ou três costelas há a migração do tubérculo umbilical para uma posição mais acima. Na porção do flanco

interno, a região ventral é suave e subarredondada, a típica quilha do gênero apresenta-se muito suave e arredondada.

Tabela 1: Medidas dos exemplares de *Kamerunoceras turoniense*.

Espécime	(D)	(LV)	(CV)	(U)
PG06-85	114	41	52	32*
PG06-86	115*	-	52	31*
PG06-113	-	41	53	-
PG06-139	-	52	61	-
PG06-237	-	29	31	-
PG06-238	-	-	49	-

Discussão

Os espécimes de Sergipe apresentam as feições gerais típicas dos acantoceratídeos multituberculados evolutos do Turoniano, as sete fileiras de tubérculos e a forma geral das voltas como também a disposição dos tubérculos, logo chamam a atenção ao gênero *Kamerunoceras* Reyment, 1954. Embora, os acantoceratídeos preservem morfologia similar entre seus gêneros, algumas características se destacam nos exemplares estudados. Apesar de apresentar uma forte ornamentação multituberculada, difere-se do gênero *Mammittes* pelo tamanho reduzido dos tubérculos e pela presença de ornamentação na porção ventral da volta. O gênero *Romaniceras* possui maiores similaridades morfológicas, o que inclusive corrobora a ligação filogenética entre os gêneros, porém, tem seu contraste observado através da ornamentação. Em *Romaniceras*, a ornamentação é caracterizada por costelas com nove, onze, ou treze fileiras de tubérculos, característica distinta das tradicionais sete fileiras presentes no gênero *Kamerunoceras*.

O gênero *Kamerunoceras* possui feições que variam bastante entre suas espécies, analisando a espécie *K. turoniense* e seu lectotipo da coleção de d'Orbigny, ilustrados em Kennedy & Wright (1979), constata-se similaridades importantes que corroboram o posicionamento na espécie. A forma da seção da volta, assim como, as proporções de comprimento e largura das voltas seguem o padrão dos espécimes de *K. turoniense* das coleções francesas. Embora as

medidas do umbílico não tenham sido precisas, pois na maioria dos exemplares o umbílico não é bem preservado, pode-se aferir um alto grau de evolução, característica típica do gênero que se acentua para a espécie (de acordo com KENNEDY & WRIGHT, 1954) a medida média do umbílico nos espécimes de *K. turoniense* representam aproximadamente 40 a 45% do diâmetro total da volta). Também se destaca a disposição dos tubérculos ao longo da concha, sendo uma característica bastante comum a ausência dos tubérculos umbilicais de forma alternada entre as costelas.

Embora, no passado, seu posicionamento taxonômico tenha sido alvo de disputas e confusão, o gênero *Kamerunoceras*, erguido por Reyment com base em espécime coletado do Turoniano inferior de Mundame, Camarões, passou por várias revisões ao longo das últimas décadas. Cooper (1978) introduziu a subfamília *Euomphaloceratinae* para os multituberculados evolutos derivados de *Acanthoceras* Neumayr, 1875 e tenta inferir por critérios morfológicos relação com o *Euomphaloceras* (*Kanabicerias*) Reeside & Weymouth, 1931, do Cenomaniano superior, porém é no trabalho de Kennedy & Wright (1979) que a relação *Euomphaloceras/Kamerunoceras/Romaniceras* é confirmada através da revisão de *R. kallesi* Zavorska, 1958. *Kamerunoceras turoniense* é cosmopolita e é posicionado estratigraficamente no intervalo Turoniano inferior ao médio.

Kamerunoceras sp.

Est. 2, Fig. 6-8

Material

Um exemplar incompleto, preservados na forma de molde interno (PG06-132).

Descrição

Exemplar moderadamente evolutivo, de tamanho médio. A seção da volta apresenta-se subarredondada. A ornamentação é protuberante, sendo dominada por tubérculos grossos e coesos em forma de *bullae*, estes conferem às costelas aspecto de dominância sobre a seção da volta. As costelas mais ornamentadas são constituídas por sete fileiras de tubérculos, que são dois umbilicais, dois ventrolaterais internos, dois externos e um ventral; as costelas são alternadas irregularmente por outras sem a presença dos tubérculos umbilicais, nestes casos, a ornamentação das costelas é mais curta, com fim no tubérculo ventrolateral interno

ainda no flanco externo da concha. A sutura é simples, caracterizada pela bifurcação pouco profunda e assimetria dos lobos.

Discussão

O espécime analisado apresenta ornamentação composta de tubérculos grossos em formas de *bullae*, que se assemelha à *Kamerunoceras eschii*, porém a morfologia geral, assim como a disposição dos tubérculos na concha difere desta espécie.

Gênero *Paramammites* Furon, 1935

Paramammites polymorphus (Perviquière, 1907)

Est. 3, Fig. 1-2

Material

Um molde interno completo, em estágio adulto (PG06-133).

Descrição

Exemplar evolutivo, de tamanho médio, com diâmetro total e umbílico aferidos em 118 mm e 46 mm. A seção da volta é oval com constrições e ornamentada por costelas espessa e tubérculos clavados e subespinhosos. As costelas inteiras são alternadas por outras mais curtas, por vezes irregulares, estas são originadas no início do flanco externo através da bifurcação de uma costela inteira. O umbílico é amplo e profundo, o ombro do umbílico é subarredondado.

Discussão

O espécime apresenta muitas semelhanças morfológicas com *Paramammites polymorphum* Perviquière, 1907. Quando comparado aos exemplares ilustrados e descritos por Chancellor *et al.* (1994) da região central, da Tunísia, verifica-se que os espécimes ilustrados na estampa 8 (figs. 1-7) tem seção da volta mais comprimida, enquanto os exemplares da estampa 9 (figs. 1-7) estão mais ovalados, com tubérculos menos espinhosos, portanto são mais semelhantes ao espécime de Sergipe.

Gênero *Romaniceras* Spath, 1923

Romaniceras (*Romaniceras*) cf. *deverianum* (d'Orbigny, 1841)

Est. 4, Fig. 1-2

Material

Dois exemplares parcialmente preservados na forma de molde interno em estágio juvenil (PG06-111 e PG06-112).

Descrição

Os exemplares são moderadamente evolutos, de tamanho médio (tabela 2), a seção da volta é suavemente comprimida e tem forma subarredondada. Na ornamentação, os tubérculos são mais acentuados que as costelas, estas são suaves, estreitas e interligam os tubérculos com depressões suaves e planas que se acentuam na direção do crescimento da volta. As costelas apresentam nove fileiras de tubérculos, dispostos nas posições; um tubérculo na posição sifonal, dois tubérculos ventrais, dois ventrolaterais, dois ventrolaterais exteriores, dois ventrolaterais interiores e dois umbilicais. A sutura é relativamente simples e mostra a característica de lobos bifurcados e estreitos típica dos acantoceratídeos.

Tabela 2: Medidas dos exemplares de *Romaniceras* (*Romaniceras*) cf. *deverianum*.

Espécimes	(D)	(LV)	(CV)	(U)
PG06-111	118*	47	41	46*
PG06-112	-	38	33*	-

Discussão

O gênero *Romaniceras* marca o Turoniano médio e se estende até o limite com o Turoniano superior. No contexto sul americano tem sua importância amplificada por caracterizar uma ligação entre as faunas da Europa e América do Norte, predominantemente dominadas por colignoniceratídeos, e grande parte da fauna de pseudotissotídeos e vascoceratídeos, dominantes nos países da América do Sul. Spath (1923) não fez a diagnose deste gênero, a estabilidade do gênero, assim como a diferenciação das suas espécies constituintes é baseada na descrição, interpretação e ilustração da espécie tipo *Ammonites deverianus* d'Orbigny, 1841, os espécimes foram coletados em apenas uma localidade da França, Uchaix (Vaucluse), d'Orbigny ressalta a inflação da volta e nove fileiras de tubérculos como

as características mais distintas da espécie. Restam algumas dúvidas quanto à filogenia deste gênero, porém Cooper (1978) sugere e Kennedy *et al.* (1980) corroboram a relação filogenética entre *Euomphaloceras*-*Kamerunoceras*-*Romaniceras*, isso é evidenciado na análise morfológica das espécies de transição entre esses gêneros, por exemplo, a espécie mais antiga do gênero *Romaniceras*, *R. kallesi* Zázvorka, tem na sua morfologia geral características muito similares às dos *Kamerunoceras*, sendo diferenciada na ornamentação. Kennedy *et al.* (1980) destacam que o gênero *Romaniceras* é caracterizado morfológicamente pela feição típica dos *Kamerunoceras*, porém com uma ornamentação peculiar, atribuída pela grande quantidade de tubérculos ao longo da concha. De acordo com Zaborski (1990), o número de fileiras de tubérculos é a única característica consistente que separa os representantes desse táxon, em três subgêneros: O subgênero *Romaniceras* é constituído por nove fileiras de tubérculos, *Yubariceras* possui onze, enquanto *Obiraceras* treze fileiras.

Os espécimes analisados mostram a ornamentação típica dos espécimes descritos e ilustrados por d'Orbigny (1841) e posteriormente revistos por Kennedy *et al.* (1980), os quais apresentam 9 fileiras de tubérculos, constrição na porção mais juvenil da volta da concha e formato arredondado. Os exemplares estudados apresentam disposição tubercular similar aos exemplares de *R. kallesi* ilustrados por Kennedy *et al.* (1980), porém a ornamentação dos exemplares de Sergipe é dominada por tubérculos, enquanto o *R. kallesi* possui ornamentação de costelas dominantes sobre os tubérculos. Não são reportadas grandes variações na ornamentação deste táxon.

Maiores similaridades morfológicas são verificadas em *R. kanei* e *R. mexicanum* ambos descritos por Jones (1938), sendo também ilustrados e descritos na região norte do México por Kennedy & Cobban (1988). *R. kanei*, embora muito similar morfológicamente, tem sua diferença destacada pela suavidade entre as costelas e tubérculos, *R. mexicanum* por sua vez, apresenta tubérculos bem marcados e protuberantes e morfologia geral muito similar, porém o estágio de crescimento juvenil dos dois exemplares de Sergipe não proporcionam uma análise precisa acerca da constrição, espaçamento e largura das costelas, assim como o número limitado de exemplares impossibilita a comparação estatística das medidas das voltas. Sendo assim, levando em consideração as similaridades e a maior

abrangência da espécie *R. deverianum*, é sensato apenas compará-los a esta espécie.

Família VASCOCERATIDAE Douvillé, 1912

Gênero *Neoptychites* Kossmat, 1865

Neoptychites cephalotus Courtiller, 1860

Est. 4, Fig. 3

Material

Um exemplar incompleto, preservado na forma de molde interno (PG06-134), em estágio de crescimento adulto.

Descrição

O exemplar é involuto, com aproximadamente 131 mm de diâmetro, razão de largura da volta para altura da volta de aproximadamente 0.63 e o umbílico compreendendo 7,6% do diâmetro. A seção da volta é subtriangular (com ênfase na maior largura da volta acima do ombro do umbílico), O umbílico é subanguloso e profundo. O flanco externo e a margem ventrolateral são amplamente convexos e a porção ventral estreita, o que caracteriza sua forma subtriangular. A superfície do molde é lisa, porém são vistas suaves e amplas costelas.

Discussão

Kennedy *et al.* (2008) descreveram a espécie *N. hottingeri* Collignon, 1967 e *N. cephalotus* do Turoniano inferior da região de Goulmima no Marrocos. A espécie *N. hottingeri*, é diferenciada por seção da volta trapezoidal, maior largura e arredondamento da volta e o tamanho do umbílico cerca de duas vezes maior que da espécie *N. cephalotus*. Entretanto, *N. cephalotus* apresenta similaridades aos exemplares aqui estudados pela presença de seção subtriangular e porção ventral estreita e diferencia-se por possuir flanco interno mais arredondado. Quando comparado aos exemplares descritos para o Turoniano da Espanha por Barroso-Barcenilla & Goy (2008) mostram estágios de crescimento menos desenvolvidos, com isso, apresentam menor proporção de largura por comprimento de volta, assim como uma porção ventral mais estreita.

Família COILOPOCERATIDAE Hyatt, 1903

Gênero *Coilopoceras* Hyatt, 1903

Coilopoceras springeri Hyatt, 1903

Est. 5, Fig. 2-3

Material

Dois exemplares preservados na forma de molde interno. Um exemplar incompleto com estruturas de bioerosão (PG06-136) e outro exemplar completo (PG06-135).

Descrição

Os espécimes são de tamanho pequeno a médio (tabela 3) e muito involutos, de forma delgada e volta caracterizada por inflação progressiva e suave. A seção da volta é caracterizada por inflação crescente, contínua e regular até o início do flanco externo, quando decresce de forma equivalente até a porção ventral. O ventre possui forma subarredondada a lanceolada. No estágio adulto a concha é lisa, com costelas radiais muito suaves nos juvenis. As suturas são complexas e variáveis, caracterizadas por lobos laterais muito amplos e profundamente bifurcados, em alguns exemplares os dois ramos bifurcados também apresentam bifurcação variável.

Tabela 3: Medidas dos exemplares de *Coilopoceras springeri*.

Espécimes	(D)	(LV)	(CV)	(U)
PG06-135	113	24	60	8
PG06-136	-	71	119	-

Discussão

Os exemplares de Sergipe foram comparados aos Coilopoceratídeos ilustrados e descritos por Cobban & Hook (1980), Sealey & Lucas (2000) e Amédro et al. (2016). *C. springeri* é caracterizada morfológicamente por concha lisa, inflação moderada e porção ventral subarredondada. Além disso, a sutura é bastante característica, com destaque para os lobos laterais com presença de cinco ramos alongados. A espécie *C. springeri* ocorre no Turoniano médio e é distribuída geograficamente para o Cretáceo da Europa, América do Norte e América do Sul.

Coilopoceras inflatum Cobban and Hook, 1980

Est. 5, Fig. 1

Material

Um exemplar completo, preservado na forma de molde interno em estágio adulto (PG06-229).

Descrição

O exemplar é involuto, de forma robusta e tamanho grande, com diâmetro total de 454 mm, comprimento da volta de 220 mm e largura da volta de 117 mm, caracterizada pela inflação na porção mais recente da volta, correspondente à região próxima da câmara de habitação naquele período. Os flancos são arredondados, suaves, porém apresentam um brusco aumento de inflação na porção inicial do flanco externo. A porção ventral apresenta uma pequena quilha aguda. O umbílico representa cerca de 7% do diâmetro total. Possui uma sutura diagnóstica e incomum. O lobo lateral é bifurcado e mais amplo, e os dois ramos da bifurcação também apresentam bifurcação.

Discussão

O gênero *Coilopoceras* é cosmopolita e ocorre em todas as regiões correspondentes à província tethyana (COBBAN & HOOK, 1980), também apresenta um amplo alcance estratigráfico, com registros oriundos de rochas do Cenomaniano, Turoniano e Coniaciano, porém concentra-se predominantemente no Turoniano.

Kennedy & Cobban (1988) analisaram faunas de amonoides do Turoniano médio do México e correlacionaram o gênero *Coilopoceras* como descendente de *Hoplitoides* von Koenen, 1898. Cobban & Hook (1980) também defendem esta proposta e trazem as similaridades entre o *H. sandovalensis* Cobban & Hook, 1980 e *Coilopoceras springeri* Hyatt, 1903, que seriam sua morfologia geral e sutura, o último se diferencia pela ausência de um ventre truncado e lanceolado.

O exemplar PG06-229 foi comparado ao *C. inflatum*, descrito por Cobban & Hook (1980). *C. inflatum* difere-se de *C. colleti* por possuir a seção da volta mais inflada, predominantemente na porção mais recente da volta, e de *C. springeri* pela

forma mais arredondada nos flancos da concha, este último é caracterizado por uma seção da volta mais suave.

Classe BIVALVIA Linnaeus, 1758
Subclasse PTERIOMORPHIA Beurlen, 1944
Superordem OSTREIFORMII de Férussac, 1822
Ordem PTERIOIDA Newell, 1965
Subordem PTERIINA Newell, 1965
Superfamília PTERIACEAE Gray, 1847
Família INOCERAMIDAE Giebel, 1852
Gênero *Mytiloides* Brongniart, 1822

Mytiloides subhercynicus Seitz, 1935

Material

Três exemplares incompletos preservados como molde interno com resto de concha (PG06-166, PG06-168 e PG06-173).

Descrição

Concha de tamanho médio, pouco inflada, inequilateral, contorno obliquamente alongada a suboval. O umbo não está preservado. A margem anterior é arredondada e a posterior quase reta. A ornamentação composta de rugas ligeiramente assimétricas cobertas por finas linhas de crescimento.

Discussão

Os exemplares analisados apresentam características morfológicas semelhantes à *Mytiloides subhercynicus*, descrita por Andrade (2005) para a localidade Retiro 26, Formação Cotinguiba.

Mytiloides hercynicus Petrascheck, 1903

Material

Dois exemplares incompletos preservados como molde interno, com resto de concha (PG06-167 e PG06-169).

Descrição

Concha pequena e contorno arredondado. Margens anterior e posterior arredondadas. Umbo não preservado. A ornamentação é composta por rugas concêntricas, estreitas e espaçadas, cobertas por linhas de crescimento.

Discussão

O material analisado se assemelha aos exemplares de *Mytiloides hercynicus* descritos por Andrade (2005) para a localidade Retiro 26 (Cretáceo Superior) da Bacia de Sergipe-Alagoas. Os exemplares estudados foram preservados em estágio ontogenético juvenil.

Mytiloides spp.

Material

Três exemplares incompletos preservados com resto da concha ou como molde interno (PG06-170-PG06-172).

Descrição

Concha de tamanho médio, inequilateral e com o contorno oval a subarredondado. O umbo pouco proeminente e linha de charneira reta. Margem anterior arredondada e posterior fragmentada. A ornamentação é composta por rugas arredondadas e assimétricas.

Discussão

Devido ao estado de preservação desses exemplares não foi possível chegar até o nível específico.

5.3. Interpretação Bioestratigráfica

A análise dos fósseis guias de amonoides e inoceramídeos indica o posicionamento da seção no intervalo Turoniano médio. Esta seção se encaixa nas zonas de intervalo *Mytiloides subhercynicus* a *Mytiloides hercynicus*, propostas por Andrade (2005), a partir de inoceramídeos, e na zona de assembleia *Mammmites nodosoides* proposta por Bengtson *et al* (2018), baseada em amonoides.

A partir da fauna de amonoides e inoceramídeos provenientes da seção Pedro Gonçalves 6, também foi possível propor uma nova zona de assembleia *Romaniceras* sp. (quadro 2), correlacionada às zonas de assembleia *Mammites nodosoides* de Bengtson et al. (2018) e à zona de intervalo *Watinoceras* spp proposta por Andrade (2005).

A identificação das espécies de *Romaniceras*, *Benueites*, e *Coilopoceras* configura maior precisão à zona de assembleia, como também, facilita as correlações com zoneamentos bioestratigráficos, como os das faunas europeias e africanas.

A zona de assembleia *Romaniceras* sp. distribui-se da porção superior do Turoniano inferior à porção inferior do Turoniano médio e sua assembleia é composta por *Romaniceras deverianum* (d'Orbigny, 1841), *Kamerunoceras turoniense* (d'Orbigny, 1850), *Mammites nodosoides* (Schlüter, 1871), *Coilopoceras springeri* (Hyatt, 1903), *Coilopoceras inflatum* (Cobban & Hook, 1980), *Neoptychites cephalotus* (Courtillet, 1860), *Pachydesmoceras denisonianum* (Stoliczka, 1865) e *Benueites* sp. A zona é correlata com o zoneamento padrão de amonoides (GSSP) de Bengtson (1996) *Collignoniceras woolgari* e *Mammites nodosoides*.

Quadro 2: Correlação entre os zoneamentos de inoceramídeos e amonoides do Turoniano de Sergipe e a proposta da seção Pedro Gonçalves 6.

Estágio	Subestágio	Zoneamento de inoceramídeos (Retiro 26, Sergipe) Andrade (2005)	Este trabalho	Zoneamento de amonoides (Retiro 26, Sergipe) Andrade (2005)	Este trabalho	Zoneamento de amonoides Sergipe Bengtson <i>et al.</i> , (2018)	Zoneamento de amonoides (Tunísia) Robaszynski <i>et al.</i> (1990); Chancellor <i>et al.</i> (1994)
Turoniano	Médio	----- <i>Mytiloides hercynicus</i>	<i>Mytiloides hercynicus</i>	<i>Watinoceras</i> spp. A-B	Zona de assembleia de <i>Romaniceras</i> sp.	Zona de assembleia de <i>Mammites nodosoides</i>	----- <i>Romaniceras deverianum</i> ----- Intervalo de <i>Coilopoceras</i> ----- <i>Romaniceras kallesi</i> ----- <i>Kamerunoceras turoniense</i> -----
		<i>Mytiloides subhercynicus</i>	<i>Mytiloides subhercynicus</i>				<i>Mammites nodosoides</i> -----
	Inferior	<i>Mytiloides labiatus</i>		<i>Mammites nodosoides</i> - <i>Kamerunoceras turoniense</i>	<i>Mammites nodosoides</i> - <i>Kamerunoceras turoniense</i>	<i>Watinoceras amudariense</i>	----- <i>Mammites nodosoides</i> ----- <i>Thomasites rollandi</i> -----
		<i>Mytiloides kossmati</i> - <i>M. mytiloides</i>					

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo foram descritos e analisados 17 exemplares de moluscos amonoides e oito de bivalvíos inoceramídeos provenientes da localidade Pedro Gonçalves 6, Formação Cotinguiba.

Foram identificadas nove espécies de amonoides: *Pachydesmoceras denisonianum*, *Benueites* sp., *Kamerunoceras turoniense*, *Kamerunoceras* sp., *Parammamites polymorphus*, *Romaniceras* (*Romaniceras*) cf. *deverianum*, *Neoptychites cephalotus*, *Coilopoceras inflatum*, *Coilopoceras springeri* e três espécies de inoceramídeos: *Mytiloides subhercynicus*, *Mytiloides hercynicus* e *Mytiloides* spp.

A fauna é datada no intervalo Turoniano médio e correlacionada às zonas de inoceramídeos *Mytiloides hercynicus* e *Mytiloides subhercynicus*.

A análise dos amonoides permitiu a proposta da zona de assembleia *Romaniceras* sp. correlacionada às zonas de assembleia *Mammmites nodosoides* e à zona de intervalo *Watinoceras* spp. do Turoniano de Sergipe.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALLAH, H.; Memmi, L.; Damotte, R.; Rat, P.; Magniez-Jannin, F. Le Crétacé de la chaîne nord des Chotts (Tunisie du centre-sud): biostratigraphie et comparaison avec les régions voisines. **Cretaceous Research**, v. 16, n. 5, p. 487-538, 1995.

AMÉDRO, F.; HANCOCK, J. M. Les ammonites de l'autoroute "l'Aquitaine", France (Turonien et Santonien). **Cretaceous Research**, v. 6, n. 1-2, p. 15-32, 1985.

AMÉDRO, F.; COLLETÉ, C.; de SAINT-AUBIN, J. P.; ROBASZYNSKI, F. Le Turonien supérieur à Romaniceras (Romaniceras) deverianum de l'Aube (France). **Bull. Inf. Geol. Bass. Par**, v. 19, p. 29-37, 1982.

AMÉDRO, F.; ROBASZYNSKI, F.; MATRION, B.; DEVALQUE, C. A North American ammonite fauna from the late Middle Turonian of Vaucluse and Gard, southern France: the Romaniceras mexicanum, Prionocyclus hyatti and Coilopoceras cf. springeri association. **Acta Geologica Polonica**, v. 66, n. 4, p.729-736, 1 dez. 2016.

ANDRADE, E. J. **Turonian inoceramids and biostratigraphy of the Sergipe Basin, northeastern Brazil**: an integrated study of the Votorantim and Nassau quarries. 2005. 155 p. Tese (Doutorado em Ciências) Geologisch-Paläontologisches Institut Ruprecht-Karl-Universität Heidelberg, Heidelberg. 2005.

BENGTSON, P. A bioestratigrafia esquecida: avaliação dos métodos bioestratigráficos no Cretáceo médio do Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 51 (3), p. 535-544. Rio de Janeiro. 1979.

BENGTSON, P. The Cenomanian-Coniacian of the Sergipe Basin, Brazil. **Fossils and Strata**, n. 12, p. 03-47, 1983.

BENGTSON, P., ZUCON, M. H.; SOBRAL, A. C. S. Cretaceous ammonite zonation of the Sergipe Basin, northeastern Brazil. **Cretaceous Research**, v. 88, p. 111-122, 2018.

BENGTSON, P.; COBBAN, W. A.; DODSWORTH, P.; GALE, A. S.; KENNEDY, W. J.; LAMOLDA, M. A.; MATSUMOTO, T.; REYMENT R. A.; SEIBERTZ, E.; TROGER, K. The Turonian stage and substage boundaries. **Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique**, Sciences de la Terre, v. 66, n. Suppl., p. 69-79, 1996.

BEURLIN, G. Ammonoidea do complexo Riachuelo-Marum, Sergipe. **Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia**, v. 2, n. 16, 1967.

BEURLIN, G. A fauna do complexo Riachuelo, Marum-I-Ammonoidea. **Boletim Técnico da Petrobrás**, v. 11, p. 437-482, 1968.

BEURLIN, G. Uma nova fauna de amonóides da Formação Sapucarí/Laranjeiras (Cretáceo de Sergipe); considerações sobre sua bioestratigrafia. **Boletim Técnico da Petrobrás**, v. 12, n. 2, p. 147-169, 1970.

BEURLIN, K. Turoniano marinho do nordeste do Brasil. **Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia**, v. 10, n. 2, p. 39-52, 1961.

BEURLIN, K. A posição estratigráfica da formação Riachuelo (Cretáceo, Sergipe). **Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 85-88, 1968.

CAMPOS NETO, O.P.A.; SOUZA-LIMA, W.; CRUZ, F.E.G. Bacia de Sergipe-Alagoas. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, v.15, n.2, p. 405-415, 2007.

CHANCELLOR, G. R.; HANCOCK, J. M.; KENNEDY, W. J. **Turonian ammonite faunas from central Tunisia**. Special Papers in Paleontology, n. 50, 118p., 1994.

COBBAN, W. A.; HOOK, S. C. The Upper Cretaceous (Turonian) ammonite family Coilopoceratidae Hyatt in the western interior of the United States. **United States Geological Survey**, Professional Paper 1192. 1980.

COBBAN, W. A.; KENNEDY, W. J. Pachydesmoceras Spath, 1922, a Cretaceous ammonite in Colorado. **US Geological Survey Bulletin**, v. 1985, 1991.

COOPER, M. R. Uppermost Cenomanian-basal Turonian ammonites from Salinas, Angola. **Annals of the South African Museum**, v. 75, p. 51-152, 1978.

FEIJÓ, F. J. Bacias de Sergipe e Alagoas. **Boletim de Geociências da PETROBRAS**, v. 8, n. 1, p. 149-161, 1994.

FREUND, R.; RAAB, M. **Lower Turonian ammonites from Israel**. Special Papers in Paleontology, n.4, 83p. 1969.

HARTT, C. F.; AGASSIZ, L. **Geology and physical geography of Brazil**. Fields, Osgood, 1870.

HESSEL, M. H. R. Lower Turonian Inoceramids from Sergipe, Brazil: Systematics, Stratigraphy and Palaeoecology. **Fossils and Strata**, Oslo, v. 22, p.1-49, 1988.

JONES, T. S. Geology of Sierra de la Peña and paleontology of the Indidura formation Coahuila, Mexico. **Bulletin of the Geological Society of America**, v. 49, n. 1, p. 69-150, 1938.

KASSAB, A. S.; OBAIDALLA, N. A. Integrated biostratigraphy and inter-regional correlation of the Cenomanian–Turonian deposits of Wadi Feiran, Sinai, Egypt. **Cretaceous Research**, v. 22, n. 1, p. 105-114, 2001.

KENNEDY, W. J.; COBBAN, W. A. Mid-Turonian ammonite faunas from northern Mexico. **Geological Magazine**, v. 125, n. 6, p. 593-612, 1988.

KENNEDY, W. J.; GALE, A. S. Turonian ammonites from northwestern Aquitaine, France. **Cretaceous Research**, v. 58, p. 265-296, 2016.

KENNEDY, W. J.; HANCOCK, J. M. The mid-Cretaceous of the United Kingdom. **Annales du Muséum d'Histoire naturelle de Nice**, v. 4, p. 1-42, 1976.

KENNEDY, W. J.; WRIGHT, C. W. On Kamerunoceras Reyment, 1954 (Cretaceous: Ammonoidea). **Journal of Paleontology**, p. 1165-1178, 1979.

KENNEDY, W. J.; WRIGHT, C. W.; HANCOCK, J. M. The European species of the Cretaceous ammonite *Romaniceras* with a revision of the genus. **Palaeontology**, v. 23, n. 2, p. 325-362, 1980.

KENNEDY, W. J.; BILOTTE, M.; MELCHIOR, P. Turonian ammonite faunas from the southern Corbières, Aude, France. **Acta Geologica Polonica**, [s.l.], v. 65, n. 4, p.437-494, 2015.

KENNEDY, W. J.; GALE, A. S.; WARD, D. J.; UNDERWOOD, C. J. Early Turonian ammonites from Goulmima, southern Morocco. **Bull Institut Roy Sci Natur Belg Sci Terre**, v. 78, p. 149-177, 2008.

KOUTSOUKOS, E. A. M. Mid-to Late Cretaceous microbiostratigraphy, palaeoecology and palaeogeography of the Sergipe Basin, northeastern Brazil. 1989.

KOUTSOUKOS, E. A. M; BENGTSON, P. Towards an integrated biostratigraphy of the upper Aptian–Maastrichtian of the Sergipe Basin, Brazil. **Documents du Laboratoire de Géologie de Lyon**, v. 125, p. 241-262, 1993.

KOUTSOUKOS, E. A. M.; DESTRO, N.; AZAMBUJA, N. C. F.; SPADINI, A. R. Upper Aptian-lower Coniacian carbonate sequences in the Sergipe Basin, northeastern Brazil. **MEMOIRS-AMERICAN ASSOCIATION OF PETROLEUM GEOLOGISTS**, p. 127-127, 1993.

MAGALHÃES, J. Contribuição ao conhecimento do Cretácico de Sergipe (Calcário Laranjeiras), com descrição de duas formas novas de cefalópodos: Engonoceratidae-Mollusca. **Revista Científica**, v. 3, p. 7-23, 1952.

MAGALHÃES, J. Sobre a posição taxonômica de *Coilopoceras* Hyatt (Ammonoidea-Engonoceratidae). **Revista Científica**, v. 4, n. 1-2, p. 1-8, 1953.

MATSUMOTO, T. Note on *Pachydesmoceras*, a Cretaceous ammonite genus. **Proceedings of the Japan Academy, series B**, v. 63, n. 1, p. 5-8, 1987.

MAURY, C. J. **O Cretaceo da Parahyba do Norte**. 1930.Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, Monographia 8. Rio de Janeiro. 1930.

MAURY, C. J. **O Cretaceo de Sergipe**. Monographia do Serviço Geologico e Mineralogico do Brasil, Rio de Janeiro: n.11, p.1-283, 1936.

MEISTER, C.; ALZOUMA, K.; LANG, J.; MATHEY, B. Les ammonites du Niger (Afrique occidentale) et la transgression transsaharienne au cours du Cénomanién-Turonien. **Geobios**, v. 25, n. 1, p. 55-100, 1992.

OJEDA, H. A. O.; FUGITA, A. M. Bacia Sergipe/Alagoas: geologia regional e perspectivas petrolíferas. In: **Congresso Brasileiro de Geologia**. 1976. p. 137-138.

REYMENT, R. A. **Some new upper Cretaceous ammonites from Nigeria**. Colonial Geology and Mineral Resources, v. 4, n. 3, p. 248-270. 1954.

REYMENT, R. A. **Aspects of the geology of Nigeria: The stratigraphy of the Cretaceous and Cenozoic deposits**. Ibadan university press, 1965.

REYMENT, R. A.; TAIT., E. A. Biostratigraphical dating of the early history of the South Atlantic Ocean. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B**, v. 264, n. 858, p. 55-95, 1972.

ROBASZYNSKI, F. Le Cénomanién de la région de Kalaat Senan (Tunisie centrale): lithostratigraphie et interprétation séquentielle. **Revue Paleontol.**, v. 12, p. 351-505, 1993.

SEALEY, P. L.; LUCAS, SPENCER G. Turonian ammonites from the Upper Cretaceous Carlile, Semilla Sandstone and Juana Lopez members of the Mancos Shale, Rio Puerco Valley, Sandoval County. **New Mexico. New Mexico Museum of Natural History and Science Bulletin**, v. 16 2000.

SEELING, J. **Palaeontology and biostratigraphy of the macroinvertebrate fauna of the Cenomanian-Turonian transition of the Sergipe Basin, northeastern Brazil: with systematic descriptions of bivalves and echinoids**. 1999, (Tese de Doutorado) Universidade de Heidelberg, Heidelberg, 185p., 1999.

SOUZA-LIMA, W.; ANDRADE, E. J.; BENGTON, P.; GALM, P. C. **A Bacia de Sergipe-Alagoas: evolução geológica, estratigráfica e conteúdo fóssil / The Sergipe-Alagoas Basin: geological evolution, stratigraphy and fossil content**. Fundação Paleontológica Phoenix, Edição especial 1, 2002.

WALASZCZYK, I.; WOOD, C. J. Inoceramids and biostratigraphy at the Turonian/Coniacian boundary; based on the Salzgitter-Salder Quarry, Lower Saxony, Germany, and Slupia Nadbrzeżna section, central Poland. **Acta Geologica Polonica**, n.48, p. 395-434, 1998.

WHITE, C. A. Contributions to the paleontology of Brazil. Cretaceous invertebrate fossils: Contribuições à paleontologia do Brasil. **Archivos do Museu Nacional do Rio de Janeiro**, v. 7, p.1-273. 1887.

WILMSEN, M.; NAGM, E. Ammoniten. **Geologica Saxonica**, v. 60, n. 1, p. 201-240, 2014.

WRIGHT, C. W. The Ammonoidea of the Plenus Marls and the Middle Chalk. **Palaeontographical Society monographs**. n. 148, 63p. 1981.

WRIGHT, C. W.; CALLOMON, J. H.; HOWARTH, M. K. Treatise on Invertebrate Paleontology, Part L, Mollusca 4, Revised, Vol. 4, Cretaceous Ammonoidea, 362 p. **Geological Society of America, Boulder, and University of Kansas Press, Lawrence**, 1996.

ESTAMPAS

Estampa 1

Figura 1: *Pachydesmoceras denisonianum* Stoliczka, 1865. Visão lateral do exemplar PG06-130, escala = 2 cm.

Figuras 2-4: *Kamerunoceras turoniense* d'Orbigny, 1850 de Pedro Gonçalves.

2: Visão lateral (flanco esquerdo) do exemplar PG06-113, escala = 1 cm.

3: Visão ventral do exemplar PG06-113, escala = 1 cm.

4: Visão lateral (flanco direito) do exemplar PG06-113, escala = 1 cm.



Estampa 2

Figuras 1-5: *Kamerunoceras turoniense* d'Orbigny, 1850.

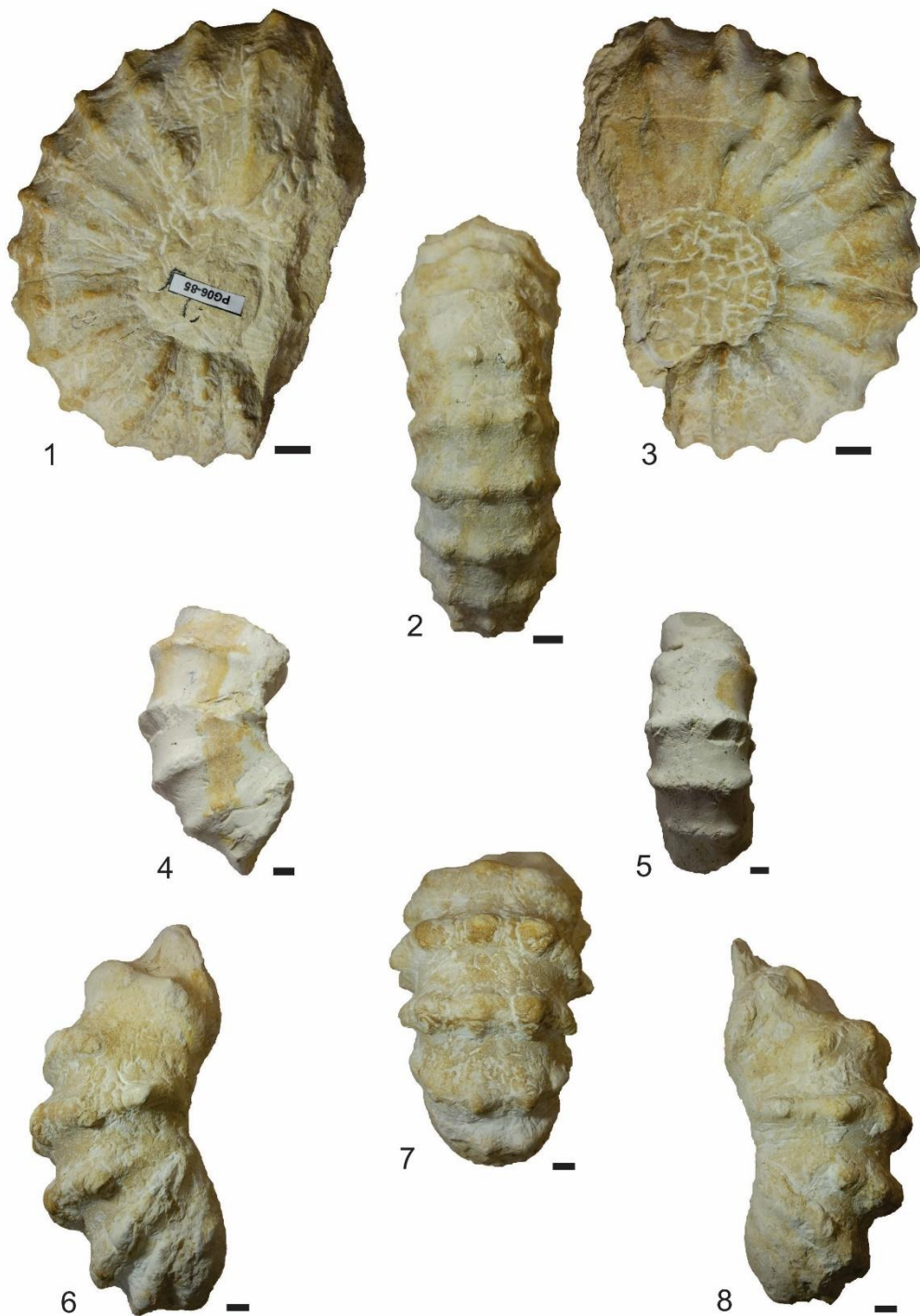
- 1: Visão lateral (flanco esquerdo) do exemplar PG06-85.
- 2: Visão ventral do exemplar PG06-85.
- 3: Visão lateral (flanco direito) do exemplar PG06-85.
- 4: Visão lateral (flanco esquerdo) do exemplar PG06-139.
- 5: Visão lateral (flanco direito) do exemplar PG06-139.

Todas as figuras com escala = 1 cm.

Figuras 6-8: *Kamerunoceras* sp.

- 6: Visão lateral (flanco direito) do exemplar PG06-132.
- 7: Visão ventral do exemplar PG06-132.
- 8: Visão lateral (flanco esquerdo) do exemplar PG06-132.

Todas as figuras com escala = 1 cm.



Estampa 3

Figuras 1-2: *Parammamites polymorphus* Pervinquière, 1907.

1: Visão lateral (flanco esquerdo) do exemplar PG-133.

2: Visão lateral (flanco direito) do exemplar PG-133.

Todas as figuras com escala = 1 cm.



Estampa 4

Figuras 1-2: *Romaniceras* (*Romaniceras*) cf. *deverianum* d'Orbigny, 1841.

1: Visão lateral (flanco esquerdo) do exemplar PG06-111.

2: Visão ventral do exemplar PG06-111.

Todas as figuras com escala = 1 cm

Figura 3: *Neoptychites cephalotus* Courtiller 1860.

3: Visão lateral (flanco esquerdo) do exemplar PG06-134.

Todas as figuras com escala = 1 cm



Estampa 5

Figura 1: *Coilopoceras inflatum* Cobban and Hook, 1980. Visão lateral (flanco direito) do exemplar PG06-229. Escala = 2 cm.

Figura 2-3: *Coilopoceras springeri* Hyatt, 1903.

2: Visão lateral (flanco direito) do exemplar PG06-135.

3: Visão lateral (flanco esquerdo) do exemplar PG06-136.

Todas as figuras com escala = 1 cm.



1 —



2 —



3 —